

## EL MÉTODO COMBINADO: UNA PROPUESTA ESPECÍFICA EN PROPORCIONALIDAD ANTROPOMÉTRICA

### THE COMBINED METHOD: A SPECIFIC PROPOSAL IN ANTHROPOMETRIC PROPORTIONALITY

#### RESUMEN

La proporcionalidad antropométrica es la relación de las partes del cuerpo humano, ya sea del propio sujeto o con sus pares. A lo largo del tiempo se fueron sucediendo modelos conceptuales y teóricos, entre los que se pueden mencionar el dispositivo de León Battista Alberti (1404-1472), el hombre y la mujer de referencia de Behnke (1974) y el estratagema Phantom de Ross y Wilson (1974), que posteriormente fue revisado por Ross y Ward (1982). Estos trabajos fueron creados con un fin particular y ofrecen datos de referencia únicos con los cuales se puede comparar cualquier ser humano. La intención de la presente investigación es ofrecer un modelo de proporcionalidad antropométrica con el cual se puedan obtener valores ideales para poblaciones específicas como la deportiva de alto rendimiento. El método combinado trata de brindar especificidad de acuerdo a cada muestra con la que se está trabajando, para que puedan tenerse modelos a alcanzar. Así, a través de un sustento estadístico y matemático intenta combinar la base de los grandes estudios poblacionales utilizados en el Phantom con el aporte particular de una muestra selectiva ideal. Al aplicarlo en el campo deportivo se mantiene el ordenamiento de cada variable original dado que no utiliza un ajuste por una altura y la tipificación Z combinada, base del método combinado, refleja fielmente la información contenida en la muestra. Además de su sencillez práctica, sus resultados permiten facilitar la interpretación de los datos que son analizados. Una característica importante del método combinado es su fácil implementación y la posibilidad que brinda al investigador, gracias al modelo estadístico Bayesiano, de combinar fuentes independientes de información tales como la de la muestra y la del Phantom. Dado que las muestras para combinar con la base del Phantom son específicas, se pueden tener valores ideales de cada disciplina deportiva y de cada país.

**Palabras clave:** Antropometría. Proporcionalidad. Método Combinado. Phantom.

#### SUMMARY

The anthropometric proportionality is the relationship between the parts of the human body, either of the subject or its peers. Through the time conceptual and theoretical models appeared among which we can mentioned the Leon Battista Alberti device (1404-1472), the Behnke's man and woman of reference (1974) and the Ross and Wilson's Phantom stratagem (1974) that was after reviewed by Ross and Ward (1982). These works were created with a particular goal and offered unique reference data with which any human being can be compared. The intention of this research is to offer an anthropometric proportionality model with which different ideal values can be obtained for specific populations as the sportive of high endurance. The Combined Method tries to give specificity according to each sample with which we are working, so we can have models to reach. Thus through a mathematic and statistic sustenance, it tries to combine the basis of the great population studies used in the Phantom with the particular contribution of an ideal selective sample. When applying it in the Sport Field the order of its original variable is maintained since it doesn't use an adjustment for a height and the Z combined tipification, the basis of the combined method reflects faithfully the information obtained in the sample. Besides its practical simplicity, its results allow to facilitate the interpretation of the data that is being analyzed. An important characteristic of the Combined Method is its easy implementation and the possibility that gives to the researcher, thanks to the Bayesiano statistical pattern, of combining independent sources of information such as the one in the sample and the one in the sample. Since the samples to combine with the phantom basis are specific, we can have ideal values for each sport discipline and for each country.

**Key words:** Anthropometry. Proportionality. Combined Method. Phantom.

**Néstor A. Lentini**

**Pablo E. Verde**

FISIOSPORT  
Centro de  
Evaluación y  
Entrenamiento  
Deportivo

#### CORRESPONDENCIA:

Nestor A. Lentini. FISIOSPORT. Centro de Evaluación y Entrenamiento Deportivo. Billinghurst 2242 (1425) Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina. E-mail: fisiosport@fisiosport.com.ar – geronimogris@yahoo.es

**Aceptado:** 25-11-2003 / Original nº 483

## INTRODUCCIÓN

Ciertas características físicas están ligadas a la performance deportiva dada la gran asociación que existe entre un aspecto somático determinado y el desempeño motor, siendo fundamental el conocimiento de aquellas para su posterior análisis.

Algunas disciplinas atléticas exigen una morfología especial que puede distar mucho de otras, pero dentro de ellas se encuentran semejanzas entre sujetos de primer nivel de cualquier país.

La posibilidad que brindan aquellos métodos de mediciones corporales que tratan este tema es muy importante para ser tenidos en cuenta en las diferentes etapas de la construcción del deportista, llámense iniciación, desarrollo y perfeccionamiento.

La proporcionalidad, como uno de los pilares de la antropometría, es la relación de las partes del cuerpo humano, ya sea del propio sujeto o con sus pares. Los modelos conceptuales y teóricos se fueron sucediendo a lo largo de la historia, entre los cuales se pueden mencionar el dispositivo de León Battista Alberti (1404-1472)<sup>1</sup>, el hombre y la mujer de referencia de Behnke (1974)<sup>2</sup> y el estratagema Phantom de Ross y Wilson (1974)<sup>3</sup>, que posteriormente fue revisado por Ross y Ward (1982)<sup>4</sup>. Estos fueron creados con una finalidad particular y ofrecen datos únicos con los cuales se puede comparar a cualquier ser humano, así es que el Phantom, gracias a su amplia base de datos, representa a una referencia teórica humana unisexuada, no etaria y no étnica utilizada como dispositivo de cálculo para la valoración del crecimiento proporcional.

La intención de este trabajo es ofrecer un modelo de proporcionalidad antropométrica con el cual se puedan obtener valores ideales para poblaciones específicas como la deportiva de alto rendimiento, y así poder comparar las diferentes variables corporales de un evaluado con las referenciales a alcanzar para conocer la distancia estadística entre ellas llamada tipificación Z combinada.

En síntesis, una aproximación a la búsqueda de las características de los deportistas de elite que sirva de guía a los demás integrantes del mundo de la actividad física<sup>5</sup>.

## MATERIAL Y MÉTODO

En la construcción del modelo denominado método combinado se propuso utilizar tres herramientas de sumo valor individual que le dieran sustento: 1. Los valores de las medias y desvíos estándares de las variables corporales del Phantom, por provenir de grandes grupos poblacionales de diferentes edades y razas. 2. Los valores de las medias y desvíos estándares de las variables corporales de la muestra deportiva de elite, por ofrecer la especificidad y las características del perfil deseado. 3. El análisis Bayesiano<sup>6,7</sup>, que permite combinar diferentes fuentes de información en un solo modelo estadístico, se diferencia de la estadística clásica. Las informaciones que se combinan se dividen en dos tipos: "a priori" o previa a la realización de un experimento, y "actual" que surge de la implementación del experimento mismo. Ambas fuentes de información se combinan en una sola distribución de probabilidad llamada "a posteriori", que se utiliza para efectuar inferencia estadística.

El estratagema Phantom es una referencia humana originada hace casi treinta años, no existiendo otro modelo alguno más reciente tan utilizado dentro de la proporcionalidad antropométrica. Es un dispositivo de cálculo con valores medios y desviaciones estándares definidas, con más de cien datos entre alturas, longitudes, diámetros, perímetros, pliegues cutáneos y masas, (los mismos que se podrían producir con el método combinado) y que según William D. Ross<sup>1,3</sup>, uno de sus creadores, su validez reside en la capacidad para cuantificar las diferencias de proporcionalidad en las características antropométricas entre unos sujetos y otros.

Los deportistas de cualquier disciplina, para que sus datos antropométricos puedan ser teni-

dos como ideales o metas a alcanzar, deberían provenir de competiciones mundiales u olímpicas, de centros nacionales de alto rendimiento o de instituciones y federaciones de primer nivel. Más allá de que el rendimiento humano es un fenómeno multivariable y que la influencia del entrenamiento físico o estructura corporal es pequeña ante la variabilidad genética, es la cineantropometría y por supuesto la proporcionalidad antropométrica un punto de acercamiento válido hacia la búsqueda de lo que llaman Hawes y Sovak el "prototipo morfológico"<sup>8</sup>.

La inferencia Bayesiana<sup>9</sup>, según Luis Carlos Silva Aycaguer, de la vicerrectoría de investigaciones del Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana, Cuba, es un enfoque alternativo para el análisis estadístico de datos, que en buena medida, se contraponen a los métodos que proceden de la estadística clásica o frecuentista. Aunque sus bases se originan hace más de dos siglos, no es hasta fechas recientes cuando empieza a asistirse a un uso creciente de este enfoque en el ámbito de la investigación biomédica. El Dr. Manuel Mendoza Ramírez, quien actualmente es director del Centro de Estadística Aplicada del Instituto Tecnológico Autónomo de México, explica que la estadística<sup>10</sup> se desprende de alguna forma de las matemáticas, por lo que debiera operar según las reglas de la lógica. En este área se establecen principios generales (una teoría), de los cuales se deducen como consecuencia todos los resultados posibles. Curiosamente, la estadística clásica no opera del todo así, no hay una teoría general que permita entender cómo se generan e integran todos los procedimientos estadísticos. En contraste, el enfoque Bayesiano se concibe como una teoría integrada, plantea una serie de principios muy básicos que se conocen como axiomas de coherencia y a partir de ahí se deducen todos sus procedimientos, con resultados más generales. El análisis Bayesiano permite incorporar en un estudio información de distintas fuentes incluso subjetivas, de esta manera concibe en un plano muy general las técnicas estadísticas como mecanismos para la actualización del conocimiento particular o gene-

ral, individual o colectivo sobre el estado que guarda la naturaleza.

Los pasos a realizar para determinar el método combinado son los siguientes<sup>6,5</sup>:

1. *Se calculan la media (mM) y el desvío estándar (deM) a una variable corporal de los sujetos (n) de la muestra evaluada para tomarla como ideal o de referencia:*

EJEMPLO: Se tomaron los datos reales de la talla en 20 jugadoras de voleibol de la selección nacional de Argentina, siendo sus valores en centímetros los siguientes: 184.0, 184.7, 191.0, 186.0, 183.5, 183.0, 190.5, 188.5, 184.5, 186.5, 183.0, 184.9, 183.0, 185.7, 189.5, 186.0, 189.0, 184.0, 183.5 y 184.5.

$mM$  (Media Muestral) = 185,8 cm y  $deM$  (Desvío Estándar Muestral) = 2,6

2. *Se buscan para esa variable los valores de la media del Phantom (mP) y del desvío estándar del Phantom (deP):*

EJEMPLO: A continuación se ofrecen los datos del estratagema Phantom para la talla.  
 $mP$  (Media del Phantom) = 170.18 cm y  $deP$  (Desvío Estándar del Phantom) = 6.29

3. *Se calcula la media combinada (mC) para la variable analizada, utilizando la media del Phantom (mP) y la media muestral (mM):*

$$mC = (mP + n \times mM) / (n + 1)$$

EJEMPLO: La media combinada se expone seguidamente.

$$mC = (170.18 + 20 \times 185.8) / (20 + 1) = 185,06 \text{ cm}$$

4. *Se calcula el desvío estándar combinado (deC), utilizando el del Phantom (deP) y el de la muestra (deM):*

$$deC = ((n - 1) \times deM^2 + deP^2) / (n + 1) ^{0.5}$$

EJEMPLO: El desvío estándar combinado se muestra seguidamente.

$$deC = ((20 - 1) \times 2.6^2 + 6.29^2) / (20 + 1) ^{0.5} = 2.53293$$

5. Se realiza una tipificación Z combinada (TZC) con la mC, el deC y el valor de la variable medida a un individuo (vvm), según el método combinado:

$$TZC = (vvm - mC) / deC$$

EJEMPLO: Se evalúa a una hipotética voleibolista de nivel provincial con una estatura de 181,9 cm y se quiere realizar una tipificación Z combinada para la talla, teniendo en cuenta que cuanto dicho valor más se acerca a 0, tanto más semejante se es del ideal en esa variable estudiada.

$$TZC = ( 181.9 - 185.06 ) / 2.53293 = - 1.2461$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para dar sustento al nuevo modelo se tomó la variable peso corporal (kg) de 26 baloncestistas masculinos de seleccionados mayores y juveniles evaluados en el Centro Nacional de Alto Rendimiento Deportivo de Argentina y se aplicó la técnica del Phantom, realizando la siguiente estandarización en puntos  $Z^{11,12,1}$ :  $Z = 1 / S X [ V x (170.18 / H) ^ D - P ]$ , donde Z es el valor de proporcionalidad, S es la desviación estándar del valor Phantom de la variable respectiva, en este caso 8,6 kg; V es el valor de la variable a ser analizada, 170,18 es la estatura media del Phantom; H es la altura del individuo evaluado en cm; D es el exponente dimensional en consonancia con el sistema geométrico, en este caso es igual a 3 por ser la variable evaluada masa o volumen y P es el valor del Phantom medio para la variable.

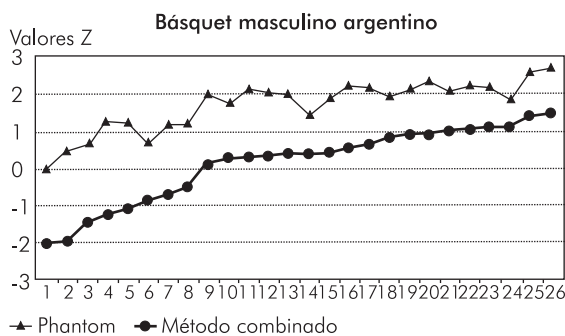


FIGURA 1.-  
Baloncestistas  
ordenados por peso  
corporal (kg)

La Figura 1 muestra dichos jugadores ordenados según su peso corporal en forma creciente, donde la estandarización que resulta de aplicar el Phantom no refleja dicha característica, de modo que no ofrece resultados razonables en esta población específica. También se ofrece el método combinado que respeta el mencionado ordenamiento y que considera al Phantom como un modelo original combinándolo con la información contenida en la muestra evaluada.

Utilizando el modelo Bayesiano, el investigador conoce únicamente la información brindada por el Phantom antes de realizar cualquier medición antropométrica de un grupo de deportistas. A esta información se la puede denominar distribución inicial o como ya se dijo "a priori". Una vez efectuadas las medidas se cuenta con una nueva fuente de información, llamada distribución de la muestra o "actual". Lo que hace el método combinado es relacionar las dos distribuciones resultando una nueva a la que se conoce como distribución combinada o información "a posteriori". La distribución combinada resulta de una ponderación de los dos tipos de informaciones que se están relacionando. Esto quiere decir que si la de la muestra es escasa (pocas observaciones medidas), tendrá mayor importancia en su construcción la que brinda el Phantom, pero si la información de la muestra evaluada es representativa (25 o más observaciones) predomina esta última y el Phantom aporta poco.

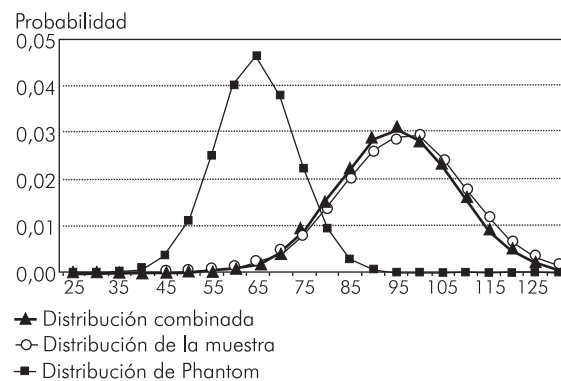


FIGURA 2.-  
Distribuciones combinada, de la muestra y del Phantom

Sujetos	Pliegue bicipital (mm)	Estratagema Phantom		Método combinado	
1 CA	5,0		-1,76079		2,058769
2 AJ	11,8		1,34076		4,858694
3 SH	4,2		-2,02554		1,729366
4 ML	3,8		-2,19362		1,564664
5 GM	3,6		-2,36190		1,482314
6 MM	3,2		-2,38883		1,317612
7 TA	2,3		-2,88803		0,947034
8 BC	4,0		-1,91190		1,647015
9 CM	4,4		-1,77145		1,811717
10 VJ	3,4		-2,32771		1,399963
Media muestral	4,57	Media del pliegue bicipital para el Phantom	8,00	Media combinada del pliegue bicipital para esta muestra	4,88
Desvío estándar muestral	2,64	Desvío estándar del pliegue bicipital para el Phantom	2,00	Desvío est. combinado del pliegue bicipital para esta muestra	2,43

**TABLA 1.-**  
Aplicación del Phantom y del método combinado en una variable corporal

Ejemplificando el párrafo anterior, se midió a un grupo de 26 deportistas donde la Figura 2 nos ofrece las mencionadas distribuciones y como la cantidad de la muestra es importante se tiene que la información del Phantom ayuda levemente en la creación de la curva combinada.

Un hecho puntual se observa en la Tabla 1, que contiene la información de la medición del pliegue bicipital en 10 atletas argentinos de alto rendimiento, y los resultados de aplicar el Phantom y el método combinado. Puede observarse a nivel grupal que el modelo Phantom arroja resultados no específicos para esta población deportiva, por ejemplo el atleta 1 CA tiene un pliegue bicipital de 5.0 mm, muy cercano al promedio del grupo que fue de 4.57 mm y, sin embargo, según el Phantom le da una puntuación de - 1.76079. Para el mismo caso el método combinado le da una tipificación Z combinada, que en cierto grado es una medida de distancia, de 0.048662 un valor razonable a la medición en general. Otro caso de aplicar el Phantom en forma directa en este grupo es que prácticamente todos los deportistas son atípicos, en cambio con el modelo combinado son atletas dentro de la norma.

Cabe aclarar que no es el sentido de este trabajo desjerarquizar el estratagema Phantom, que fue

concebido con otro sentido y tiene bien ganados sus laureles, sino muy por el contrario tratar de encontrar una nueva aplicación del mismo.

Un perfil proporcional más completo de una jugadora del seleccionado nacional juvenil con respecto al ideal del grupo mayor se muestra en la Figura 3, extraído del software de antropometría equANTHROPOS<sup>12</sup>, que contiene actualmente una base de datos diferenciada por sexos de 28 seleccionados argentinos, aunque al ser un programa abierto se pueden ingresar referenciales de cualquier país y disciplina deportiva.

Teniendo en cuenta que cada valor de la tipificación Z combinada (TZC) de cada variable corporal debería estar cercano a 0, ya que ese sería el valor de referencia o ideal a alcanzar, un superficial análisis de dicha jugadora podría ser que en los años que le quedan para llegar a la categoría mayor y esperando que la altura siga en ascenso, tendría que aumentar principalmente la masa muscular y descender moderadamente el tejido adiposo. Con relación a los perímetros, hay deficiencias marcadas en el muslo medial y en el antebrazo, y en cuanto a los pliegues el ileocrestal y el supraespinal son los más abultados.

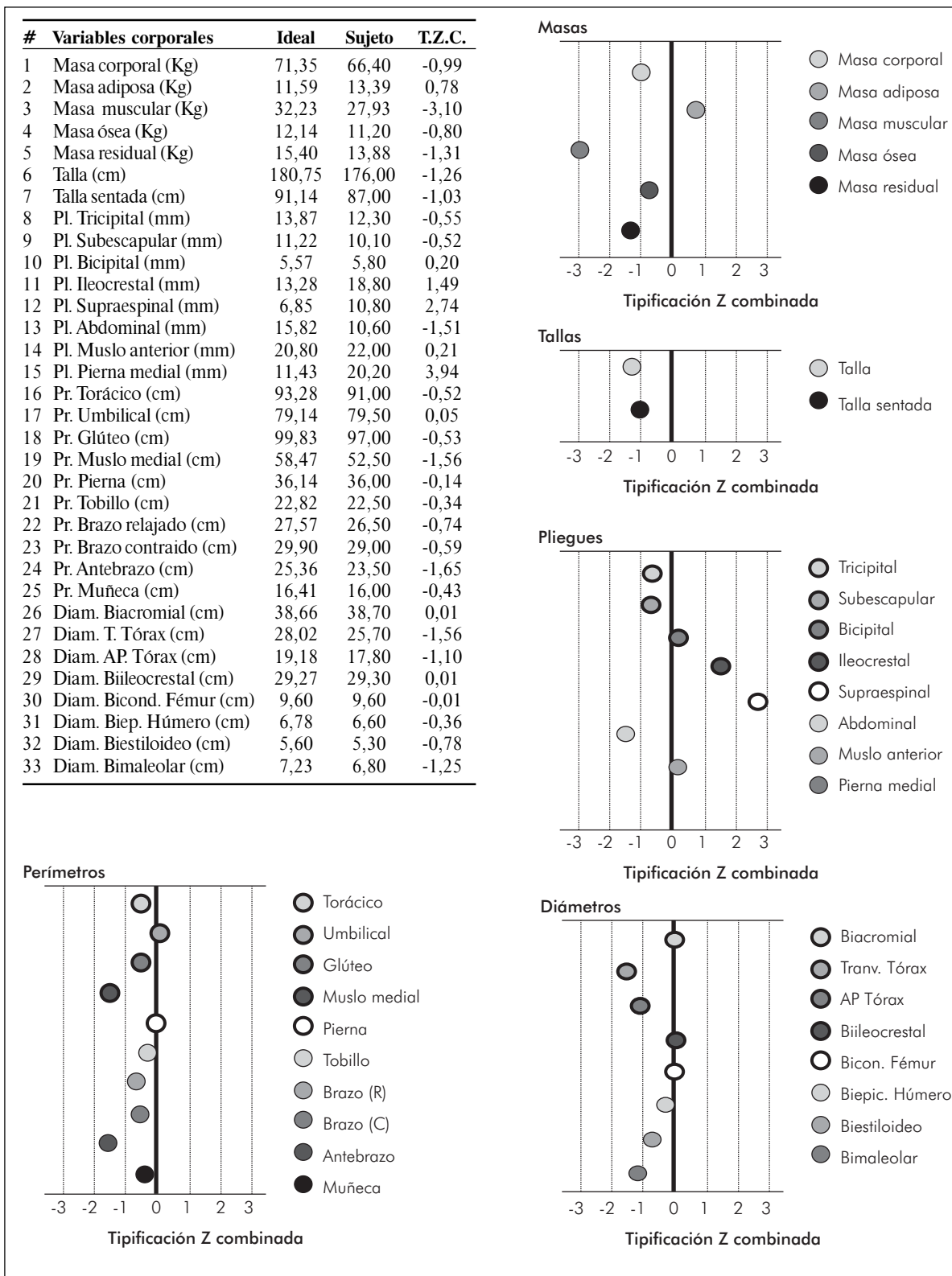


FIGURA 3.-  
Aplicación  
del método  
combinado en  
diferentes variables  
corporales

## CONCLUSIÓN

A modo de conclusión sobre el método combinado, se pueden detallar los siguientes puntos:

- Es recomendable utilizar el método combinado en deportistas de alto rendimiento, debido a que no realiza el ajuste por una altura y se mantienen el orden de las variables originales.
- La tipificación Z combinada, base del método combinado, refleja fielmente la información contenida en la muestra. Además de su sencillez práctica, sus resultados permiten facilitar la interpretación de los datos que son analizados, y dado que éstos deben acercarse a 0, lo hace visualmente muy atractivo.
- Una característica importante del método combinado es su fácil implementación y la posibilidad que brinda al investigador, gracias al modelo estadístico Bayesiano, de combinar fuentes independientes de información tales como la de la muestra y la del Phantom.
- Ya que las muestras para combinar con la base del Phantom son específicas, se pueden tener valores ideales de cada disciplina deportiva y de cada país.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración del Lic. Gerónimo M. Gris en la realización del escrito.

## B I B L I O G R A F I A

1. Mac Dougall JD, Green HJ, Wenger HA. *Evaluación fisiológica del deportista*. Barcelona: Editorial Paidotribo, 1995; 318.
2. Mc Ardle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiología del ejercicio, energía, nutrición y deporte*. Madrid: Alianza deporte editorial, 1990;514.
3. Ross WD, Wilson NC. A stratagem for proportional growth assessment. *Acta Pediátrica de Bélgica*, 1974; Supl. 28:169-182.
4. Ross WD, Ward R. Human proportionality and sexual dimorphism. En: Hall, RL. *Sexual dimorphism in homo sapiens: A question of size*. New York: Praeger Special Studies- Praeger Scientific, 1982;317-61.
5. Lentini NA, Verde P. Análisis antropométrico y funcional del basket argentino. *Revista Argentina de Medicina del Deporte* 1991;14(45):37-52.
6. Cox H. *Theoretical statistics*. Londres: Chapman and Hall, 1994;120.
7. Gelman A, Carlin JB, Stern HS, Rubin, DB. *Bayesian data analysis*. Reino Unido: Chapman and Hall/CRC Press, 1995.
8. Hawes MR, Sovak D. Morphological prototypes, assessment and change in elite athletes. *Journal of Sports Sciences* 1994; 12:235-242.
9. Silva Aycaguer LC, Suárez Gilb P. ¿Qué es la inferencia bayesiana?. 1999; www.atheneum.doyma.es. Oviedo.
10. Mendoza Ramírez M. *La estadística y los retos del presente*. 2000; www.jornada.unam.mx. México DF.
11. Esparza Ros F. *Manual de cineantropometría*. Pamplona: FEMEDE, 1993;95.
12. Lentini NA, Gris GM, Tarantino, JL, Dolce, PA, Giacchino, DE. "equANTHROPOS - Software de antropometría". 2002; www.equanthropos.com.ar. Buenos Aires, Argentina.